

ارتباط سطوح آلاینده‌های هوا و میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه (88-1387)

راضیه خاموطیان¹؛ عبدالله درگاهی²؛ محمد سلطانیان^{2*}؛ فرید نجفی³؛ علیرضا افشاری⁴

چکیده

زمینه: صنعتی شدن و رشد روزافزون شهرنشینی تأثیر مخربی بر سلامت عمومی داشته است. آسم به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم بهداشت عمومی مطرح است. هدف از مطالعه حاضر تعیین ارتباط بین آلودگی هوا با تعداد موارد مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه می‌باشد.

روش‌ها: این مطالعه از نوع اکولوژیک و تحلیلی مقطعی می‌باشد. در این مطالعه اطلاعات مربوط به تعداد بیماران آسمی، سطوح غلظت آلاینده‌های هوا و شرایط آب و هوایی از سطح شهر کرمانشاه جمع‌آوری شد. برای تعیین ارتباط بین میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه از رگرسیون پواسون در سطح معناداری ($P < 0/05$) استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج آزمون آماری همبستگی نشان داد که آلاینده‌های هوا دو به دو با یکدیگر ارتباط معناداری دارند. بر اساس نتایج رگرسیون پواسون چندمتغیره از بین آلاینده‌های هوا CO و O₃ به‌ترتیب با میزان خطر نسبی 1/18 و 1/016 و بر اساس نتایج رگرسیون پواسون تک‌متغیره NO₂، NO، NO_x و CO به‌ترتیب با میزان خطر نسبی 1/012، 1/054 و 1/247 با تعداد مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه همبستگی معناداری داشتند.

نتیجه‌گیری: بین آلاینده‌های هوا (عمدتاً منوکسیدکربن و ازن) با تعداد کل مراجعه‌کنندگان آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه ارتباط معناداری وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، آسم، بیمارستان

«دریافت: 1393/4/14 پذیرش: 1393/9/18»

1. مرکز تحقیقات عوامل محیطی مؤثر بر سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

2. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

3. مرکز تحقیقات عوامل محیطی مؤثر بر سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

4. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

*عهده‌دار مکاتبات: کرمانشاه، میدان اینار، دانشکده بهداشت، تلفن: 08338264165. دورنگار: 08338263048

Email: Msoltanian_ehe@yahoo.com

مقدمه

است (3). در بین همه فاکتورها آلودگی هوا و شرایط آب و هوایی نامساعد نقش مهمی در ایجاد و تشدید آسم دارند (4). آلاینده‌های هوا که در تشدید آسم نقش دارند شامل دی‌اکسیدگوگرد، منوکسیدکربن، دی‌اکسید نیتروژن، ازن، دود و ذرات (معمولاً ذرات بین 2، 5 و 10 میکرون) هستند (5). در بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک ارتباط موارد مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌ها، به‌عنوان شاخص میزان بروز آسم، با میزان آلاینده‌های هوا مورد

آسم یک بیماری تنفسی چندعللی است که شیوع آن در بسیاری کشورها طی سال‌های اخیر روند رو به رشدی داشته است (1 و 2). فاکتورهای مرتبط با بروز و تشدید آسم شامل عوامل ژنتیکی، عفونت مجرای تنفسی، استرس، تغذیه نامناسب، مواجهه با مواد آلرژی‌زا مانند گرده گل‌ها و اسپور قارچ‌ها، کشیدن سیگار، شرایط آب و هوایی نامطلوب، آلودگی هوا و فاکتورهای اجتماعی

مواد و روش‌ها

شهر کرمانشاه در غرب ایران و طول و عرض جغرافیایی برابر با 34 درجه و 32 دقیقه شمالی و 47 درجه و 1 دقیقه شرقی قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا برابر با 1320 متر و دمای متوسط، حداکثر و حداقل سالانه آن به ترتیب برابر با 44/1.14/3 و 27- درجه می‌باشد. جمعیت این شهر با مساحت 8547 کیلومتر مربع بر طبق سرشماری 1389 بالغ بر 980786 گزارش شده است (14).

این مطالعه از نوع اکولوژیک و تحلیلی مقطعی می‌باشد. در این مطالعه تعداد کل موارد مراجعه بیماران آسمی از 7 بیمارستان شهر کرمانشاه (امام رضا، امام حسین، امام خمینی، بیستون، حضرت معصومه، شهدا و ارتش) در طول روزهای نیمسال دوم سال 1387 و نیمسال اول سال 1388 جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است که تعداد مراجعه‌کنندگان به بخش اورژانس بیمارستان‌ها که با علائم بیماری آسم در دفتر پذیرش به ثبت رسیده‌اند مدنظر قرار گرفت. در این مدت داده‌های مربوط به سطوح غلظت آلاینده‌های هوا شامل ازن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، مونوکسیدکربن و ذرات) از سازمان حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه جمع‌آوری شد. این داده‌ها به‌صورت آنلاین از سه ایستگاه نمونه‌برداری هوای این شهر به‌دست آمده بود.

برای پردازش و آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 21 استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری همبستگی بین پارامترهای آلاینده‌های هوا با یکدیگر از آزمون‌های آماری bivariante Pearson correlation استفاده شد و برای تعیین ارتباط بین میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه و آلاینده‌های هوا از مدل GLM (Generalized Linear Model) و رگرسیون پواسون در سطح معناداری $P < 0/05$ استفاده گردید.

یافته‌ها

تعداد مراجعه‌کنندگان به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه در مدت یک سال، 441 نفر با میانگین سنی 44/02 سال

بررسی قرار گرفته است که با توجه به منطقه مورد بررسی و شرایط آب و هوایی و فرهنگی به نتایج متفاوتی دست یافته‌اند. نتایج بسیاری از آن‌ها حاکی از نقش عمده آلاینده‌های هوا در میزان مراجعه بیماران آسمی است. البته میزان تأثیر هر یک از آلاینده‌ها در هر مطالعه متفاوت از دیگر مطالعات گزارش شده است (6 و 7). در مقابل، نتایج چند مطالعه دیگر رابطه معناداری بین بروز آسم و هیچ‌یک از آلاینده‌های هوا ارایه نکرده است (8) و حتی در برخی از مطالعات رابطه منفی بین موارد مراجعه بیماران آسمی و برخی از آلاینده‌های هوا گزارش شده است (9).

مطالعات نشان داده است که در کشورهای توسعه‌یافته واقع در اروپا و آمریکای شمالی به‌دلیل قوانین زیست‌محیطی سختگیرانه در طی سال‌های اخیر از سرعت افزایش آلودگی هوا به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم تشدید آسم کاسته شده است (10)، گرچه به‌دلیل چندعاملی بودن بروز آسم، بیماری آسم در این کشورها هنوز به‌عنوان یک مسأله عمده محسوب می‌گردد (11).

در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای پیشرفته به‌دلیل عدم اجرای صحیح قوانین زیست‌محیطی و همچنین رشد سریع شهرسازی، روند افزایش آلودگی هوا از سرعت بیشتری برخوردار است (12). ایران به‌عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه در سال‌های اخیر با آلودگی هوا در بسیاری از شهرهای بزرگ و صنعتی خود روبه‌رو بوده است. مطالعات نشان می‌دهد که شیوع آسم نیز در بسیاری از شهرهای این کشور بیش از میزان متوسط جهانی است و روند رو به رشدی دارد (13). از آن‌جا که تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه ارتباط آلودگی هوا با میزان مراجعه بیماران آسمی در این شهر صورت نگرفته است و با توجه به شرایط فرهنگی، اقتصادی و آب و هوایی متفاوت آن نسبت به سایر مناطق، مطالعه حاضر با هدف تعیین ارتباط بین سطوح آلاینده‌های هوا و میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه انجام شد.

نتایج رگرسیون تک‌متغیره پواسون نشان داد که از بین فاکتورهای مورد بررسی، مونوکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن (NO ، NO_2 ، NO_x) با میزان مراجعه بیماران آسمی ارتباط معناداری دارند. بر اساس آزمون رگرسیون چندمتغیره از بین آلاینده‌های هوا ازن و مونوکسیدکربن همبستگی معناداری با میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه داشتند (جدول 4).

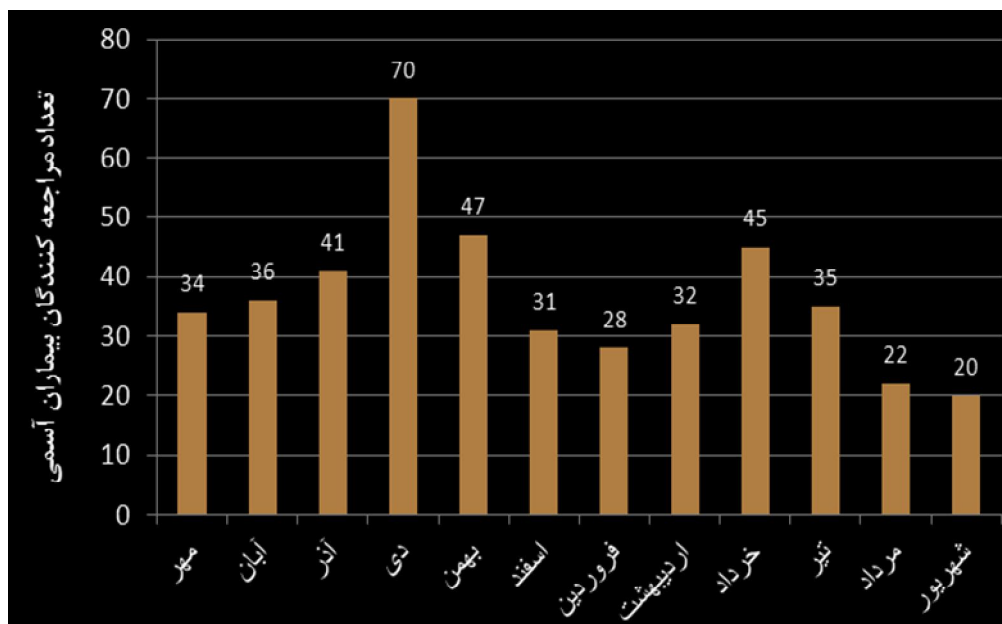
جدول 1- تعداد مراجعه کنندگان به بیمارستان‌ها در گروه‌های سنی و

جنسی مختلف در طی سال 1387-88		
سن و جنس	تعداد	درصد
کودکان (0 - 14)	58	13/15
جوانان (15 - 29)	87	19/7
بزرگسالان (30 - 65)	206	46/7
سالمندان (> 65)	90	20/4
مرد	193	43/8
زن	248	56/15

بودند. زنان و گروه سنی بزرگسالان به ترتیب به میزان 56/15 و 46/7 درصد بیشترین تعداد مراجعه کننده به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه را داشتند (جدول 1).

بیشترین تعداد مراجعه کنندگان بیماران آسمی مربوط به فصل زمستان و ماه دی و کمترین مراجعه کننده مربوط به فصل تابستان و شهریورماه می‌باشد که از نظر آماری اختلاف معناداری را با سایر ماه‌ها و فصول نشان داد ($P < 0/05$) (نمودار 1).

حداکثر مقادیر آلاینده‌های NO ، NO_2 ، NO_x و CO در فصل زمستان رخ داده است، در حالی که حداکثر مقادیر SO_2 و PM_{10} و O_3 در تابستان رخ داده است (جدول 2). بین بسیاری از متغیرهای آلاینده هوا همبستگی بالایی مشاهده می‌شود. گازهای NO ، NO_2 ، NO_x و CO و همچنین O_3 و SO_2 دوبه‌دو با یکدیگر ارتباط مثبت دارند. علاوه بر این بین ذرات با O_3 ، NO_2 و CO با ضریب 0/31، 0/29- و 0/26- از نظر آماری ارتباط برقرار است. درحالی‌که بین ذرات و میزان SO_2 ارتباط معناداری از نظر آماری وجود ندارد (جدول 3).



نمودار 1- تعداد مراجعه کنندگان آسمی به بیمارستان‌ها در ماه‌های مختلف سال 1387-88

جدول 2 - مقادیر میانگین غلظت آلاینده‌های هوا در ماه‌های مختلف سال 1387-88

ماه	تعداد مراجعه کنندگان	CO (ppm)	SO ₂ (ppb)	PM ₁₀ (ug/m3)	NO _x (ppb)	NO ₂ (ppb)	NO (ppb)	O ₃ (ppb)
مهر	34	1/62	27/53	142/52	28/25	8/69	19/55	17/33
آبان	36	2/62	25/25	87/61	39/68	10/56	29/20	3/88
آذر	41	2/53	24/54	67/64	57/70	13/83	43/91	2/63
دی	70	2/09	20/04	77/21	50/18	15/97	34/23	3/48
بهمن	47	1/72	26/04	106/75	32/86	12/87	19/99	5/03
اسفند	31	1/59	19/75	149/74	31/33	12/36	18/99	6/31
فروردین	28	1/43	17/97	138/83	24/41	10/68	13/97	8/19
اردیبهشت	32	1/56	24/72	164/32	25/24	9/26	15/95	6/87
خرداد	45	1/18	43/21	193/11	20/47	7/67	12/76	32/99
تیر	35	1/05	51/37	457/68	19/07	7/42	11/62	40/22
مرداد	22	1/13	61/14	205/42	20/02	7/64	12/31	40/75
شهریور	20	1/14	60/17	137/62	18/20	6/67	11/47	34/67
مقادیر استاندارد (NAAQS)*	-	9/00	75/00	150/00	-	100/00	-	75/00

* National Ambient Air Quality Standards

جدول 3 - ارتباط بین متغیرهای آلاینده هوا با یکدیگر (bivariate pearson correlation)

نوع آلاینده	O ₃	NO	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	SO ₂
NO	P.C* -0/47 Sig. (2-tailed) 0/05					
NO ₂	P.C -0/64 Sig. (2-tailed) 0/018	0/71				
NO _x	P.C -0/53 Sig. (2-tailed) 0/03	0/98	0/81			
PM ₁₀	P.C 0/31 Sig. (2-tailed) 0/001	-0/2	-0/3	-0/25		
SO ₂	P.C 0/65 Sig. (2-tailed) 0/02	-0/11	-0/2	-0/14	0/03	
CO	P.C -0/57 Sig. (2-tailed) 0/041	0/87	0/65	0/87	-0/3	-0/1
		0/022	0/001	0/004	0/024	0/0289

* Pearson Correlation

جدول 4 - میزان همبستگی تک‌متغیره (univariate) و چندمتغیره (multivariate) بین آلاینده‌های هوا و شرایط آب و هوایی با تعداد بیماران آسمی

مراجعه‌کننده به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه (رگرسیون پواسون)

متغیرها	مدل چندمتغیره RR(0.95 CI)	مدل تک متغیره RR(0.95 CI)
CO	1/18(1/009-1/38)	1/247(1/13-1/385)
O ₃	1/016(1/003-1/028)	0/991(0/985-1/001)
NO	-	1/012(1/007-1/017)
NO ₂	1/014(0/976-1/054)	1/054(1/03-1/079)
NO _x	-	1/011(1/006-1/015)
PM ₁₀	1/0004(0/999-1/001)	0/999(0/999-1/0003)
SO ₂	1/0046(0/993-1/016)	0/996(0/991-1/001)

بحث

بر اساس نتایج رگرسیون پواسون چندمتغیره از بین آلاینده‌های هوا CO و O₃ ارتباط معناداری با تعداد مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه داشتند. در مطالعاتی که در تایوان و استرالیا انجام شد CO و O₃ هر دو در ایجاد آسم نقش عمده‌ای برعهده داشتند (15 و 16). در مقابل در مطالعه‌ای که توسط لیپست و همکاران انجام شد از آن ارتباط مثبت معناداری با میزان مراجعه بیماران آسمی نداشت (17). همچنین در مطالعه‌ای که هری و همکاران در نیوزیلند انجام دادند منوکسیدکربن نقشی در تشدید بیماری‌های ریوی و تنفسی نداشت (18). با توجه به این‌که شهرهای مورد بررسی در مطالعات مذکور از نظر اقلیمی، آب و هوایی و فرهنگی متفاوت هستند بنابراین نتایج مختلفی در این مطالعات اکولوژیک با مطالعه حاضر حاصل شده است.

براساس نتایج آزمون همبستگی تک‌متغیره علاوه بر منوکسیدکربن، همه اکسیدهای نیتروژن شامل NO، NO₂ و NO_x با تعداد مراجعه بیماران آسمی ارتباط معناداری داشتند، درحالی‌که این ارتباط معنادار در آزمون همبستگی چندمتغیره مشاهده نگردید.

در بسیاری از مطالعات گذشته NO₂ ارتباط مثبت و معناداری با میزان بروز آسم داشته است (19 و 20).

در این مطالعه در هر دو آزمون همبستگی تک‌متغیره و چندمتغیره، رابطه معناداری بین PM₁₀ با تعداد مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه مشاهده نشد. در مطالعه‌ای که توسط لایون و همکاران در وینسر کانادا انجام شد نیز بین ذرات و میزان مراجعه بیماران آسمی در هیچ‌یک از گروه‌های سنی ارتباط معناداری مشاهده نشد درحالی‌که منوکسیدکربن، NO₂ و SO₂ بیشترین ضریب تأثیر را بر میزان مراجعه بیماران آسمی به مراکز اورژانسی داشتند (20). علاوه بر این در مطالعاتی که توسط ماکرا و همکاران در سال 2012، آلوس و همکاران در سال 2010، فاسکو و همکاران در سال 2001 و کاتسویانی و همکاران در سال 1996 انجام شد بین ذرات و میزان مراجعه بیماران آسمی و تنفسی ارتباط معناداری مشاهده نگردید اما آلاینده‌های گازی نقش مهمی در تشدید آسم برعهده داشتند (21-24). در مقابل در مطالعات دیگر علاوه بر آلاینده‌های گازی، ذرات معلق نیز با تعداد موارد مراجعه‌کننده به بیمارستان‌ها ارتباط معناداری داشتند. به‌طورمثال در سال 2011 مطالعه‌ای در ایتالیا انجام شد و نشان داد که از بین موارد آلاینده‌ها CO، SO₂، NO₂ و PM₁₀ به‌ترتیب با ضرایب 1/12، 1/06، 1/04 و 1/03 ارتباط معناداری با موارد اورژانسی بیماری‌های تنفسی دارند (6).

اهمیت ازن تأثیر نامطلوبی بر بیماران آسمی گذاشته و منجر به افزایش موارد مراجعه به بیمارستان‌ها می‌گردد. بنابراین می‌بایستی در روزهایی که آلودگی هوا بالاست افراد در معرض خطر به‌ویژه سالمندان و بیماران تنفسی اقدامات ایمنی را انجام دهند و حتی‌المقدور از منزل خارج نشوند و در صورت خروج از منزل از فعالیت‌های شدید بدنی پرهیز کنند. دولت نیز می‌بایستی با به‌کارگیری اقدامات و برنامه‌های بلندمدت از جمله با ایجاد قوانین سخت‌گیرانه زیست‌محیطی، مقدمات کاهش آلودگی هوا و در پی آن کاهش موارد بیماری آسم را پی‌ریزی کند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر حاصل طرح تحقیقاتی مصوب در معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه به شماره طرح 89036 می‌باشد. بنابراین مراتب تشکر و قدردانی از دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه جهت حمایت‌های مالی و همچنین سازمان حفاظت از محیط زیست استان کرمانشاه و همچنین مسئولین ذی‌ربط بیمارستان‌های شهر کرمانشاه به جهت همکاری در ارائه اطلاعات مربوطه به‌عمل می‌آوریم.

در مطالعه حاضر علت بی‌تأثیر بودن ذرات PM_{10} بر میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان‌های شهر کرمانشاه ممکن است به این دلیل باشد که از بین آلاینده‌های هوا، ذرات جزء آلاینده‌های محسوس به‌شمار می‌رود و در روزهایی که غلظت این آلاینده‌ها بالاست افراد به‌ویژه بیماران آسمی کم‌تر از منازل بیرون می‌روند و در نتیجه امکان تشدید این بیماری در آن‌ها کم‌تر می‌شود.

در مطالعه حاضر بین SO_2 و میزان مراجعه بیماران آسمی نیز ارتباط مثبت و معناداری مشاهده نشد. در مطالعه ای که توسط فاسکو انجام شد نیز SO_2 ارتباط معناداری با میزان مراجعه بیماران آسمی نداشتند (23). در مقابل در مطالعات دیگر SO_2 نقش مؤثری در افزایش تعداد مراجعه بیماران آسمی و تنفسی بر عهده داشتند (19 و 21).

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نیز مانند بسیاری از مطالعات اکولوژیک صورت‌گرفته در گذشته تأکیدی بر این موضوع است که آلاینده‌های هوا به‌ویژه منوکسیدکربن و در درجه بعدی

References

1. Taylor BW. The identification of high risk asthmatic children using the emergency department asthma visit count. *J Emerg Med*. 1999;17(6):953-6.
2. Jalaludin B, Chey T, Holmwood M, Chipps J, Hanson R, Corbett S, et al. Admission rates as an indicator of the prevalence of severe asthma in the community. *Aust N Z J Public Health*. 1998;22(2):214-9.
3. Sigurs N, Bjarnason R, Sigurbergsson F, Kjellman B. Respiratory syncytial virus bronchiolitis in infancy is an important risk factor for asthma and allergy at age 7. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161(5):1501-7.
4. Duhme H, Weiland SK, Keil U. Epidemiological analyses of the relationship between environmental pollution and asthma. *Toxicol Lett*. 1998;102:307-16.
5. Abe T, Tokuda Y, Ohde S, Ishimatsu S, Nakamura T, Birrer RB. The relationship of short-term air pollution and weather to ED visits for asthma in Japan. *Am J Emerg Med*. 2009;27(2):153-9.
6. Tramuto F, Cusimano R, Cerame G, Vultaggio M, Calamusa G, Maida CM, et al. Urban air pollution and emergency room admissions for respiratory symptoms: a case-crossover study in Palermo, Italy. *Environ Health*. 2011;10(1):31.
7. Delamater PL, Finley AO, Banerjee S. An analysis of asthma hospitalizations, air pollution, and weather conditions in Los Angeles County, California. *Sci Total Environ*. 2012;425:110-8.
8. Kim SH, Son JY, Lee JT, Kim TB, Park HW, Lee JH, et al. Effect of air pollution on acute exacerbation of adult asthma in Seoul, Korea: A case-crossover study. *Korean J Med*. 2010;78(4):450-6.
9. Garty BZ, Kosman E, Ganor E, Berger V, Garty L, Wietzen T, et al. Emergency room visits of asthmatic children, relation to air pollution, weather, and airborne allergens. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 1998;81(6):563-70.
10. Mayer H. Air pollution in cities. *Atmospheric environment*. 1999;33(24):4029-37.

11. Chinn S, Burney P, Jarvis D, Luczynska C. Variation in bronchial responsiveness in the European community respiratory health survey (ECRHS). *Eur Respir J*. 1997;10(11):2495-501.
12. Vasconcellos EA. Transport and environment in developing countries: Comparing air pollution and traffic accidents as policy priorities. *Habitat International*. 1997;21(1):79-89.
13. Mohammadzadeh I, Ghafari J, Savadkoobi RB, Tamaddon A, Dooki MRE, Navaei RA. The prevalence of asthma, allergic rhinitis and eczema in north of Iran. *Iran J Pediatr*. 2008;18(2):117-22.
14. Kermanshah Regional Met Office [cited Sep 18 2013] Available at: URL: <http://www.Kermanshah.met.ir>
15. Xirasagar S, Lin H-C, Liu T-C. Seasonality in pediatric asthma admissions: the role of climate and environmental factors. *Eur J Pediatr*. 2006;165(11):747-52.
16. Jalaludin B, Khalaj B, Sheppard V, Morgan G. Air pollution and ED visits for asthma in Australian children: a case-crossover analysis. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008;81(8):967-74.
17. Lipsett M, Hurley S, Ostro B. Air pollution and emergency room visits for asthma in Santa Clara County, California. *Environ Health Perspect*. 1997;105(2):216.
18. Harre E, Price PD, Ayrey RB, Toop LJ, Martin IR, Town GI. Respiratory effects of air pollution in chronic obstructive pulmonary disease: a three month prospective study. *Thorax*. 1997;52(12):1040-4.
19. Linn WS, Szlachcic Y, Gong Jr H, Kinney PL, Berhane KT. Air pollution and daily hospital admissions in metropolitan Los Angeles. *Environ Health Perspect*. 2000;108(5):427.
20. Lavigne E, Villeneuve PJ, Cakmak S. Air pollution and emergency department visits for asthma in Windsor, Canada. *Can J Public Health*. 2011;103(1):4-8.
21. Makra L, Matyasovszky I, Bálint B. Association of allergic asthma emergency room visits with the main biological and chemical air pollutants. *Sci Total Environ*. 2012;432:288-96.
22. Katsouyanni K, Schwartz J, Spix C, Touloumi G, Zmirou D, Zanobetti A, et al. Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol. *J Epidemiol Community Health*. 1996;50(Suppl 1):S12-S8.
23. Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P, Spadea T, Ostro B, Arca M, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *Eur Respir J*. 2001;17(6):1143-50.
24. Alves CA, Scotto MG, Freitas MdC. Air pollution and emergency admissions for cardiorespiratory diseases in Lisbon (Portugal). *Química Nova*. 2010;33(2):337-44.